

香港島森林群落的数量分析*

——模糊聚类、相互平均排序与R型主分量分析

王伯荪 余世孝 张宏达 胡玉佳 陆 阳
(中山大学)

毕培曦 钟焰兴
(香港 中文大学) (香港 嘉道理农业辅助会)

摘 要

应用模糊聚类、相互平均排序及R型主分量分析,对香港岛13个森林群落及其组成物种进一步研究的结果表明:模糊聚类是一种可行的数值分类方法;二维的相互平均排序能很好地反映各森林群落间的相互关系,以及各物种在森林群落中的分布关系;R型主分量分析则能直观地表明香港岛森林群落中优势种与伴生种之间的相互关系。

关键词 香港岛, 森林群落, 模糊聚类, 相互平均排序, R型主分量分析

香港岛的森林群落,可划分为13个类群,即1.黄桐群落,2.黄樟+木荷+鸭脚木群落,3.红楠+鸭脚木+亮叶肉实树群落,4.红楠+华润楠+鸭脚木群落,5.红楠+山杜英+黄樟群落,6.广东润楠+红楠+灰冬青群落,7.小叶青冈+红楠+鸭脚木群落,8.罗浮栲+木荷群落,9.红楠+广东润楠+木荷群落,10.罗浮栲+大头茶+光叶柯群落,11.大头茶+降真香+春花群落,12.厚皮香群落,13.五列木群落。本文应用模糊聚类、相互平均排序及R型主分量分析等方法,对这13个森林群落进一步分析研究,以探讨香港岛森林群落间及它们与其组成物种间的相互关系,以及这些方法在南亚热带森林群落中的应用。

一、方 法

以植物种重要值为主要参数,根据60个种类在13个森林群落中的频率和平均重要值(表1),按下列方法通过电子计算机进行聚类与排列。

本文1986年12月收到

●本项研究蒙香港嘉道理农业辅助会赞助,香港渔农处和香港中文大学江润祥教授的支持,特致谢意。

表1 13个森林群落中60个物种的频率和平均重要值
 Tab. 1 The frequency and the average importance value of 60 species in 13 forest communities on Hong Kong Island

序号 No	物种 Species	频率(%) Frequency	平均重要值 Average importance value
1	罗伞 Ardisia quinquegona	46.15	2.82
2	九节 Psychotria rubra	84.62	7.88
3	银柴 Aporosa chinenses	69.23	4.49
4	亮叶肉实树 Sarcosperma laurinum	38.46	4.69
5	假萍婆 Sterculia lanceolata	69.23	3.78
6	黄桐 Endospermum chinense	15.38	5.52
7	白车 Syzygium levinei	23.08	1.99
8	黄樟 Cinnamomum porrectum	53.85	11.44
9	绒楠 Machilus velutina	38.46	2.33
10	白桂木 Artocarpus hypargyreae	30.77	3.16
11	降真香 Acronychia pedunculata	69.23	7.77
12	红楠 Machilus thunbergii	92.31	28.48
13	小叶柿 Diospyros vaccinioides	53.85	1.50
14	毛柿 Diospyros strigosa	61.54	1.92
15	建楠 Machilus oreophila	15.38	0.92
16	山杜英 Elaeocarpus sylvestris	46.15	3.94
17	密花树 Rapanea neriifolia	38.46	1.94
18	豺皮樟 Iistea rotundifolia var. oblongifolia	69.23	4.08
19	毛冬青 Ilex pubescens	69.23	3.08
20	山黄皮 Randia cochinchinensis	38.46	0.94
21	罗浮柿 Diospyros morrisiana	84.62	3.45
22	毛茶 Antirrhoea chinensis	53.85	2.78
23	亮叶猴耳环 Pithecellobium lucidum	61.54	2.68
24	饭甑青冈 Quercus fleuryi	23.08	1.69
25	光叶柯 Lithocarpus glaber	15.38	2.34
26	岭南山竹子 Garcinia oblongifolia	69.23	4.26
27	鸭脚木 Schefflera octophylla	100.00	15.18
28	木荷 Schima superba	30.77	6.81
29	黄梔子 Gardenia jasminoides	46.15	1.11
30	栓叶安息香 Styxax suberifolius	15.38	1.28
31	青果榕 Ficus variegata var. chlorocarpa	46.15	1.68
32	小叶青冈 Quercus myrsinaefolia	15.38	3.51
33	广东润楠 Machilus kwangtungensis	38.46	8.88
34	大头茶 Gordononia axillaris	38.46	6.55
35	灰冬青 Ilex cinerea	38.46	4.22
36	华润楠 Machilus chinensis	23.08	2.98
37	榕叶冬青 Ilex ficoidea	53.85	2.53

接表 1

38	阿丁枫	<i>Altingia chinensis</i>	23.08	1.35
39	韩氏蒲桃	<i>Syzygium hancei</i>	38.46	1.75
40	厚叶灰木	<i>Symplocos crassifolia</i>	38.46	3.59
41	纤枝了哥王	<i>Wikstroemia nutans</i>	53.85	1.43
42	梭罗	<i>Reevesia thyrsoidea</i>	30.77	1.56
43	厚壳桂	<i>Cryptocarya chinensis</i>	30.77	1.59
44	短花楠	<i>Machilus breviflora</i>	30.77	3.56
45	铁屎米	<i>Canthium dicoccum</i>	23.08	0.54
46	变叶榕	<i>Ficus variolosa</i>	38.46	2.09
47	吊钟	<i>Enkianthus quinqueflorus</i>	23.08	0.77
48	五列木	<i>Pentaphylax euryoides</i>	15.38	12.20
49	红车	<i>Syzygium rehderianum</i>	30.77	0.65
50	春花	<i>Rhaphiolepis indica</i>	46.15	4.17
51	山乌柏	<i>Sapium discolor</i>	30.77	2.24
52	白面神	<i>Glodichion wrightia</i>	23.08	0.32
53	厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	30.77	7.35
54	白背叶	<i>Mallotus apelta</i>	15.38	0.72
55	日本五月茶	<i>Antidesma japonicum</i>	23.08	0.85
56	轮叶木姜子	<i>Listea verticillata</i>	23.08	0.30
57	光叶山黄皮	<i>Randia canthiodes</i>	15.38	0.81
58	罗浮栲	<i>Castanopsis fabri</i>	15.38	6.42
59	竹叶栎	<i>Quercus bambusaefolia</i>	7.69	0.79
60	香港茶	<i>Camellia hongkongensis</i>	7.69	1.31

1. 模糊聚类

以相关系数, 即

$$r'_{ij} = \frac{\sum_{R=1}^n (x_{iR} - \bar{x}_i)(x_{jR} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{R=1}^n (x_{iR} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{R=1}^n (x_{jR} - \bar{x}_j)^2}}$$

计算群落间的相似系数, 并以此建立相似矩阵 $R' [1]$.

$$\text{令 } r_{ij} = 0.50 + \frac{r'_{ij}}{2}$$

从而有 $0 \leq r_{ij} \leq 1$, 由此建立模糊矩阵 R . 通过褶积将模糊矩阵改造为模糊等价矩阵, 将 r_{ij} 依大小顺序排列, 由大到小依次取 λ 值, 则可得到逐次聚类结果.

2. 相互平均排序

相互平均排序 (*Reciprocal averaging ordination*) 作为一种特殊类型的排序, 能同时对群落和物种进行排序, 本文应用迭代法^[2]对香港岛13个森林群落进行相互平均排序。

3. R型主分量分析

R型主分量分析是Q型主分量分析的逆分析, 用于排序物种, 目的在于比较各物种在各个群落间分布的关系。

二、结 果

1. 模糊聚类

根据最后确定的模糊等价矩阵R, 分别取 $\lambda = 0.888, 0.877, 0.868, 0.830, 0.760, 0.678, 0.672, 0.651, 0.636, 0.584, 0.573, 0.529$, 则模糊聚类结果如图1所示。

取 $\lambda = 0.600$, 可将香港岛13个森林群落划分为两大类群(相当于植被亚型), 即南亚热带常绿阔叶林(含群落1—10)和南亚热带山地常绿阔叶林(含群落11—13)。如取 $\lambda = 0.760$, 则可进一步划分为8个亚类群(相当于群系组), 即亚类群1(含群落1), 亚类群2(含群落2), 亚类群3(含群落3、4、5、6、9), 亚类群4(含群落7), 亚类群5(含群落8和10), 亚类群6(含群落11), 亚类群7(含群落12), 亚类群8(含群落13)。

在此划分水平上, 与系统聚类结果比较, 模糊聚类与系统聚类的结果基本一致, 反映两者均适用于南亚热带森林群落的分类, 但模糊聚类把群落7与群落8和10划分为两个不同的亚类群, 而传统聚类则把群落1—10划分为低地林与低山林, 似更为客观些。

2. 相互平均排序

香港岛13个森林群落的二维相互平均排序(图2, $\lambda_1 = 0.796, \lambda_2 = 0.602$), 很好地反映了群落间的相互关系。南亚热带山地常绿阔叶林类群的群落11、12、13, 明显地偏离于南亚热带常绿阔叶林类群的所有群落, 而处于排序图的远缘。相反, 南亚热带常绿阔叶林类群的群落则较集中地密聚于排序图坐标零点附近。而1、2两群落尤其接近

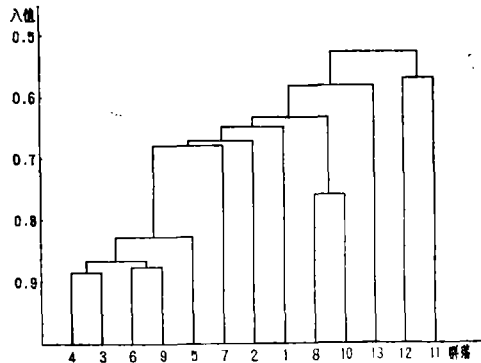


图1 13个森林群落的模糊聚类树形图
Fig.1 The dendrogram of the fuzzy cluster of 13 forest communities on Hong Kong island

零点,显示有别于其他群落,因而可把南亚热带常绿阔叶林进一步划分为低地林(含群落1,2)及低山林(含群落3—10)两个类群。

香港岛森林群落中60个物种的二维相互平均排序(图3),显示出五列木(48)、大头茶(34)、厚皮香(53)、春花(50)、阿丁枫(38)、豺皮樟(18)、山乌柏(51)、密花树(17)、降真香(11)、白面神(52)、变叶榕(46)等物种,疏散地分布于排序图的边缘区,它们大多是在香港岛森林群落中缺乏相似分布的物种。尤其是五列木(48)、大头茶(34)、厚皮香(53)、春花(50)等在个别群落中占有绝对优势的物种,在排序图上更是明显地偏离于其他物种。相反,分布关系较为密切的物种则较密集分布于排序图的坐标零点附近。从而,二维相互平均排序有效地显示出13个森林群落中60个物种的分布关系,以及森林群落间的关系。

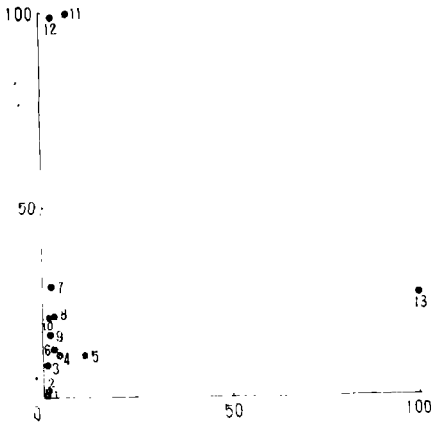


图2 相互平均排序的二维群落排序图

Fig.2 The two-dimensional RA ordination of 13 forest communities on Hong Kong Island

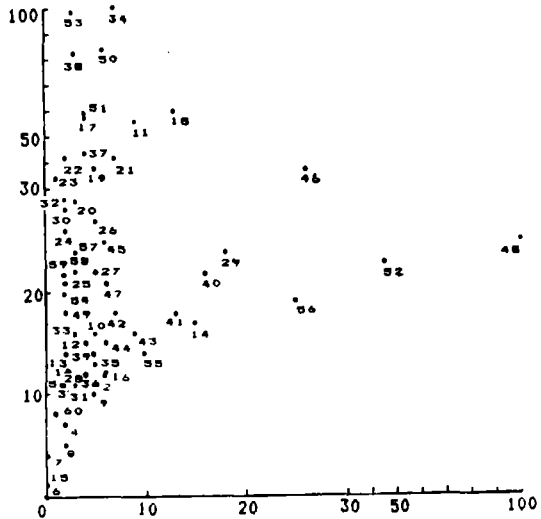


图3 相互平均排序的二维物种排序图

Fig.3 The two-dimensional RA ordination of 60 species of forest communities on Hong Kong Island

3. R型主分量分析

香港岛13个森林群落中60个物种的二维主分量分析,在一定程度上反映了进行排序的物种之间的分布关系(图4,占总信息量的53.94%)。在排序图上可以看出,香港岛森林群落的主要优势种,如黄桐(6)、黄樟(8)、红楠(12)、亮叶肉实树(4)、假萍婆(5)、白桂木(10)、木荷(28)、广东润楠(33)、灰冬青(35)、罗浮栲(58)、五列木(48)、小叶青冈(32)、九节(2)、鸭脚木(27)等是疏散地分布于边缘而偏离其他物种。相反,其他大多数物种则是聚集密布于坐标零点附近。这样,R型主分量分析的二维排序,直观地反映了香港岛森林群落组成物种中优势种与伴生种之间的相互关系。

香港岛13个森林群落对前两个主分量的负荷量(表2),则从另一个角度反映了各

个森林群落对物种在排序图中分布的作用大小。

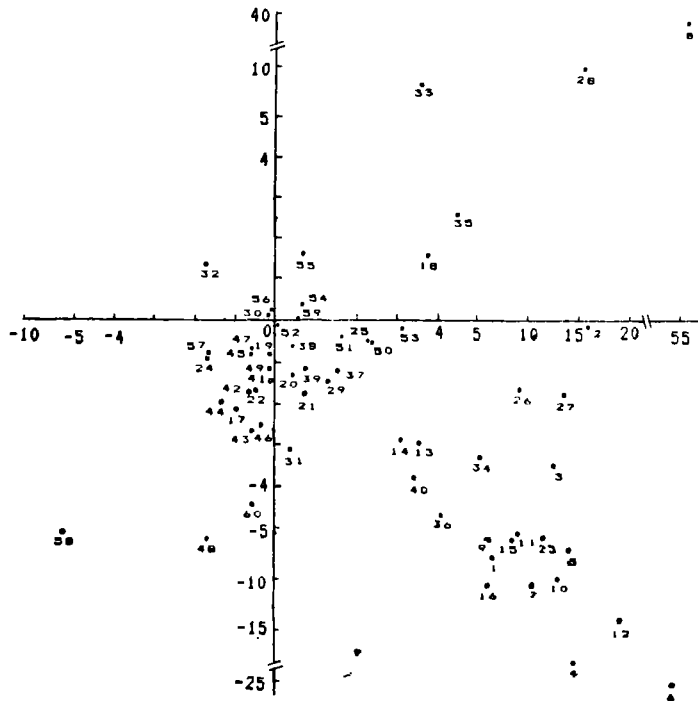


图4 60个物种的主分量分析二维排序图

Fig.4 The two-dimensional R-PCA ordination of 60 species of forest communities on Hong Kong Island

表2 13个森林群落对前两个主分量的负荷量

Tab. 2 The loading of 13 forest communities to first principal component and second principal component

群落号 № communities	第一主分量 First principal component	第二主分量 Second principal component	h^2
1	18.82	29.93	1250.1
2	-2.35	-4.09	22.2
3	-7.31	-37.29	1444.3
4	7.46	-0.16	55.74
5	104.12	103.53	21559.9
6	11.89	-6.56	184.5
7	-33.36	-18.17	1443.3
8	21.32	-23.57	1009.8
9	140.73	-82.15	26552.6
10	-3.28	-6.42	52.01
11	-9.82	5.94	131.80
12	9.98	0.21	99.6
13	2.65	-20.51	427.6
特征值	33036.90	21196.38	54233.28
信息量(%)	32.86	21.08	53.94

三、讨 论

模糊聚类是应用模糊等价关系将给定对象分为一些等价类^[3],作为一种方法,它已广泛应用于生态学,近年来国内也开展了这方面的应用^[4,5]。

自然群落在外貌结构、种类组成、生境等方面的复杂性,使得某一群落划归为某一群落类型或另一群落类型存在着不同的隶属度,这种隶属关系的模糊性为群落的模糊聚类提供了依据。对香港岛森林群落的研究结果表明,模糊聚类方法适用于植物群落高级分类单位的划分,与系统聚类比较,模糊聚类具有计算较简单,不受聚合方法影响从而结果较明确等特点。对其深入研究,如应用于群落的重迭分类^[2],将会在群落分类研究中起着更重要的作用。

相互平均排序以其能同时排序实体和属性的特点而获得广泛的应用,它具有不同于主分量分析、极点排序等的特点^[6,7]。本项研究结果表明,以相互平均排序来研究群落分类,具有在较低维空间就能较直观地显示群落间关系的特点。因此,相互平均排序是一种值得广泛应用的群落排序方法。

*R*型主分量分析是以物种作为排序实体,以群落作为排序属性。香港岛13个森林群落中60个物种的*R*型主分量分析结果表明,在二维排序图上表示出优势种与伴生种之间的差异。实际上,这种差异应是反映香港岛森林群落中物种分布幅度及其对生境条件适应的差异大小的一种表现。这种方法的应用,将有利于阐明物种在群落中的作用和地位,物种的分布或生境差异等特点。

参 考 文 献

- [1] 丁士晟,多元分析方法及其应用,吉林人民出版社,1981。
- [2] 阳含熙等,植物生态学的数量分类方法,科学出版社,1981。
- [3] 陈贻源,模糊数学,华中工学院出版社,1984。
- [4] 张金屯,植物生态学与地植物学丛刊,9(1985),306—313。
- [5] 周新远,生态学报,1982,2,159—170。
- [6] Gauch, H. G., et al., *Journal of Ecology*, 69(1981), 135-152。
- [7] Whittaker, R. H., *Ordination of Plant Communities.*, 1978。

The Fuzzy Cluster, Reciprocal Averaging Ordination and R-Principal Component Analysis of Forest Communities on Hong Kong Island

Wang Bosun Yu Shixiao Chang Hungta Hu Yujia Lu Yang

(Zhongshan University)

Paul P.H. But

(The Chinese University of Hong Kong)

Chung Yimhing

(Kadolic Agriculture Aid Association, Hong Kong)

Abstract

A further research was made to the 13 forest communities on Hong Kong island by using fuzzy cluster, reciprocal averaging (RA) and R-Principal component analysis (R-PCA). The results show that fuzzy cluster is suitable for the classification of the lower subtropical forests, especially, the higher classificational units. The RA ordination indicates the relations between 13 forest communities and 60 species distribution in these forest communities and it seems better and more significant than the other methods in this field. And R-PCA illustrated the relationship between the dominant and subordinate species.

Keywords Hong kong island, Forest communities, Fuzzy cluster, Reciprocal averaging ordination, R-Principal component analysis